

CONTROL DEVICE FOR ENGINE

Patent number: JP2001152916

Publication date: 2001-06-05

Inventor: FUSE TORU

Applicant: NISSAN MOTOR

Classification:

- International: *F02D9/02; F02D21/08; F02D41/02; F02D41/04; F02M25/07; F02D9/02; F02D21/00; F02D41/02; F02D41/04; F02M25/07; (IPC1-7): F02D41/04; F02D9/02; F02M25/07*

- european:

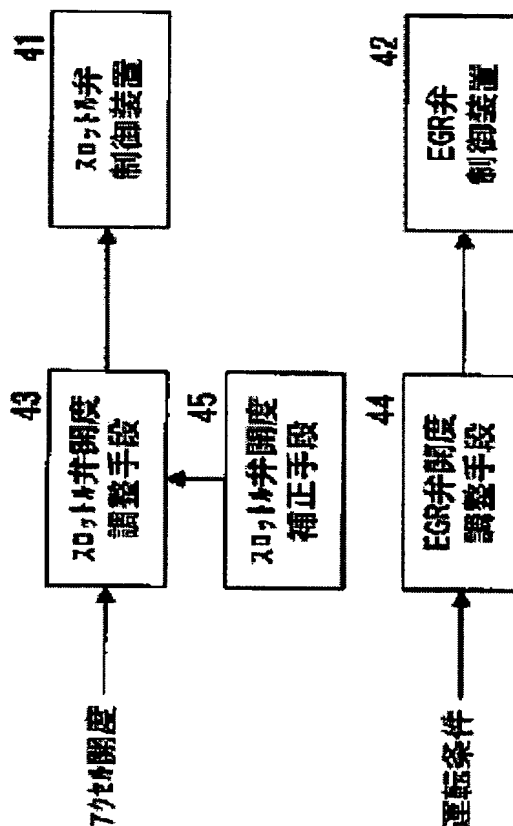
Application number: JP19990334140 19991125

Priority number(s): JP19990334140 19991125

Report a data error here

Abstract of JP2001152916

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress torque variation immediately after variation of an EGR rate, for instance, at the changeover time from a non-operation state to an operation state of EGR. **SOLUTION:** A device 41 can control an opening of a throttle valve independently on an accelerator pedal. A device 42 can control an opening of an EGR valve. An opening of the throttle valve is adjusted by an adjusting means 43 so as to obtain an intake air amount according to an accelerator opening. An opening of the EGR valve is adjusted by an adjusting means 44 so as to obtain an EGR ratio according to an engine operation condition. In such a case, a correction means 45 corrects the throttle valve opening, when the EGR ratio is varied, by a variation amount of pumping loss from the variation starting time. The correction means also corrects the throttle valve opening, when the variation of the EGR rate reaches a cylinder from the EGR valve with delay, by the variation amount of a combustion state.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-152916

(P2001-152916A)

(43) 公開日 平成13年6月5日 (2001.6.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト [*] (参考)
F 0 2 D 41/04	3 1 0	F 0 2 D 41/04	3 1 0 J 3 G 0 6 2
9/02		9/02	S 3 G 0 6 5
41/02	3 1 0	41/02	3 1 0 E 3 G 3 0 1
F 0 2 M 25/07	5 5 0	F 0 2 M 25/07	5 5 0 F
			5 5 0 R
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 19 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-334140

(22) 出願日 平成11年11月25日 (1999. 11. 25)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 布施 徹

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(74) 代理人 100075513

弁理士 後藤 政喜 (外1名)

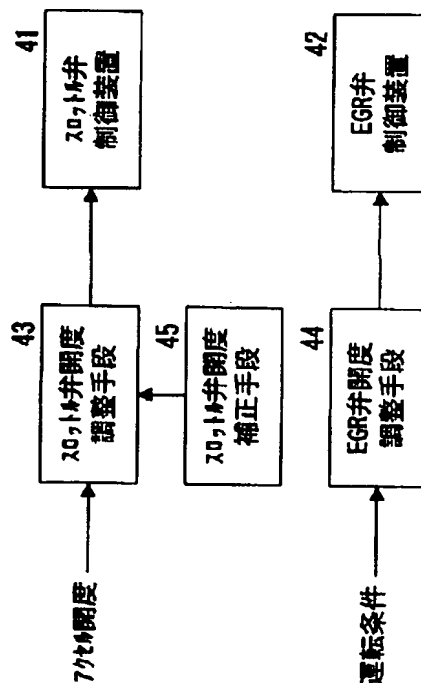
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 EGRの非作動状態から作動状態への切換時などEGR率の変化直後のトルク変化を抑制する。

【解決手段】 アクセルペダルと関係なくスロットル弁の開度を制御可能な装置41と、EGR弁の開度を制御可能な装置42とを備え、アクセル開度に応じた吸入空気量が得られるように前記スロットル弁の開度を調整手段43が調整し、エンジンの運転条件に応じたEGR率が得られるように前記EGR弁の開度を調整手段44が調整する。この場合に、前記EGR率が変化するとき補正手段45が、その変化時からポンピングロス変化分の補正を前記スロットル弁開度に対して行うとともに、このEGR率の変化がEGR弁よりシリンダへと遅れて到達したとき燃焼状態変化分の補正を前記スロットル弁開度に対して行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アクセルペダルと関係なくスロットル弁の開度を制御可能な装置と、

EGR弁の開度を制御可能な装置と、

アクセル開度に応じた吸入空気量が得られるように前記スロットル弁の開度を調整する手段と、

エンジンの運転条件に応じたEGR率が得られるように前記EGR弁の開度を調整する手段と、

前記EGR率が変化するときその変化時からポンピングロス変化分の補正を前記スロットル弁開度に対して行うとともに、このEGR率の変化がEGR弁よりシリンダへと遅れて到達したとき燃焼状態変化分の補正を前記スロットル弁開度に対して行う手段とを設けたことを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項2】 スロットル弁指令値に応じてアクセルペダルと関係なくスロットル弁の開度を制御可能な装置と、EGR弁指令値に応じてEGR弁の開度を制御可能な装置と、

アクセル開度に基づいて目標吸入空気量を演算する手段と、

エンジンの運転条件に応じた目標EGR率を演算する手段と、

これら目標吸入空気量と目標EGR率から目標EGR量を演算する手段と、

この目標EGR量に基づいて前記EGR弁指令値を演算する手段と、

前記目標吸入空気量に基づいて前記スロットル弁指令値を演算する手段と、

前記目標EGR率が変化するときその変化時からポンピングロス変化分の補正を前記スロットル弁指令値に対して行うとともに、この目標EGR率の変化がEGR弁よりシリンダへと遅れて到達したとき燃焼状態変化分の補正を前記スロットル弁指令値に対して行う手段とを設けたことを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項3】 スロットル弁指令値に応じてアクセルペダルと関係なくスロットル弁の開度を制御可能な装置と、EGR弁指令値に応じてEGR弁の開度を制御可能な装置と、

アクセル開度に基づいて目標吸入空気量を演算する手段と、

エンジンの運転条件に応じた目標EGR率を演算する手段と、

これら目標吸入空気量と目標EGR率から目標EGR量を演算する手段と、

この目標EGR量と前記目標吸入空気量を加算した値を総ガス量として演算する手段と、

この総ガス量に対応する総開口面積を演算する手段と、

この総開口面積に基づいてスロットル弁指令値とEGR弁指令値を演算する手段と、

前記目標EGR率が変化するときその変化時からポンピ

ングロス変化分の補正を前記スロットル弁指令値に対して行うとともに、この目標EGR率の変化がEGR弁よりシリンダへと遅れて到達したとき燃焼状態変化分の補正を前記スロットル弁指令値に対して行う手段とを設けたことを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項4】 前記EGR率が変化するとき、EGRの非作動状態から作動状態への切替時またはEGRの作動状態から非作動状態への切替時であることを特徴とする請求項1に記載のエンジンの制御装置。

【請求項5】 前記目標EGR率が変化するとき、EGRの非作動状態から作動状態への切替時またはEGRの作動状態から非作動状態への切替時であることを特徴とする請求項2または3に記載のエンジンの制御装置。

【請求項6】 前記ポンピングロス変化分の補正は、前記EGRの非作動状態から作動状態への切替タイミングまたは前記EGRの作動状態から非作動状態への切替タイミングでスロットル弁開度を一定量補正した後、ゆっくりとスロットル弁開度を戻していくことであることを特徴とする請求項4または5に記載のエンジンの制御装置。

【請求項7】 前記ポンピングロス変化分の補正を行う手段は、目標EGR量の新気換算値を演算する手段と、この目標EGR量新気換算値の遅れ値を演算する手段と、前記目標EGR量新気換算値からこの目標EGR量新気換算値遅れ値を差し引いた値を差分として演算する手段と、この差分に比例定数を掛けた値に基づいて前記スロットル弁指令値を補正する手段とからなることを特徴とする請求項5に記載のエンジンの制御装置。

【請求項8】 許容幅を有する不感帯を備え、前記差分がこの不感帯内に収まったときポンピングロス変化分の補正を中止することを特徴とする請求項7に記載のエンジンの制御装置。

【請求項9】 前記燃焼状態変化分の補正を行う手段は、目標EGR量の新気換算値を演算する手段と、この目標EGR量新気換算値の遅れ値を演算する手段と、前記目標EGR量新気換算値からこの目標EGR量新気換算値遅れ値を差し引いた値を差分として演算する手段と、前記EGRの非作動状態から作動状態への切替時またはEGRの作動状態から非作動状態への切替時の前記差分を保存する手段と、この切替による目標EGR率の変化がEGR弁よりシリンダへと遅れて到達したとき、前記保存した差分に応じた値に基づいて前記スロットル弁指令値を補正する手段とからなることを特徴とする請求項5に記載のエンジンの制御装置。

【請求項10】 前記スロットル弁指令値の補正量は、前記保存した差分に応じた値を初期値として一次遅れで応答する値であることを特徴とする請求項9に記載のエンジンの制御装置。

【請求項11】 前記比例定数を、前記目標EGR率が大きくなるほど大きくなるように設定することを特徴とす

る請求項7または8に記載のエンジンの制御装置。

【請求項12】前記比例定数を、低負荷域でエンジン負荷が大きくなるほど大きくなるように設定することを特徴とする請求項7または8に記載のエンジンの制御装置。

【請求項13】前記比例定数を、高負荷域でエンジン負荷が大きくなるほど小さくなるように設定することを特徴とする請求項7または8に記載のエンジンの制御装置。

【請求項14】前記比例定数を、エンジン回転速度が高くなるほど小さくなるように設定することを特徴とする請求項7または8に記載のエンジンの制御装置。

【請求項15】前記不感帯の許容幅を、エンジン負荷が小さくなるほど大きくなるように設定することを特徴とする請求項8に記載のエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はエンジンの制御装置、特にアクセルペダルと関係なくスロットル弁の開度を制御可能な装置と、EGR通路に設けたEGR弁の開度を制御可能な装置とをともに備えるものに関する。

【0002】

【従来の技術】アクセルペダルと関係なくスロットル弁の開度を制御可能な装置を備え、このスロットル弁開度とエンジンに供給する燃料量とを同時に制御することにより、リーン空燃比の運転を可能にしたエンジンが公知である（特開平11-182298号公報参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、EGR通路に設けたEGR弁の開度を制御可能な装置を備え、所定の運転条件（EGR領域）になると、このEGR弁を開いて排気の一部を吸気管に戻すことにより、燃焼状態を悪化させてNO_xを低減するようにしたエンジンがあり、こうしたエンジンでは、非EGR領域からEGR領域への切換時（EGRの非作動状態から作動状態への切換時）のように、特にEGR率が大きく変化するとき、その直後にトルクのオーバーシュートが一時的に発生することがわかった（図30参照）。図30のように、目標EGR率TGEGRがステップ変化したのに対してEGR弁制御装置としてのステップモータに与える目標ステップ数EGSTPが所定の傾きをもって大きくなったとき、目標EGR率TGEGRのステップ変化に少し遅れてトルクのオーバーシュートが発生したのである。

【0004】同様にして、EGRの作動状態から非作動状態への切換時にはトルクのアンダーシュートが一時的に発生することもわかっている。

【0005】そこで、トルクのオーバーシュートについて、この原因を探るため各種の実験を行ったところ、以下の点が判明している。

【0006】①トルクを減らす手段として点火時期を遅

角させる方法が公知であるので、ここでのトルクのオーバーシュートに対して点火時期を遅角させてみたが、EGRの非作動状態から作動状態への切換前後でトルクを一定にすることはできなかった。

【0007】②図30では、EGRの非作動状態から作動状態への切換タイミングで、目標スロットル弁開度TDTVOが同時に変化する場合を示しているが、この変化はトルクのオーバーシュートと関係しない。すなわち、スロットル弁開度が一定の状態でもEGRの非作動状態から作動状態への切換時にトルクのオーバーシュートが発生する。したがって、トルクのオーバーシュートが生じる原因は、スロットル弁とEGR弁の動作速度の違いによるものではない。

【0008】③ステップモータの作動速度が比較的遅いため、実際のEGR弁開度が目標値に達するのに所定の時間を要するが、このステップモータの作動遅れもトルクのオーバーシュートに関係しない。

【0009】④EGR弁を出たEGRガスが実際にシリンダに到達するまでに所定の時間（たとえば0.4秒）かかっている。

【0010】これらの実験結果より得られる解析結果は次の通りである。EGRを行うことによるメリットは、ポンピングロス低下であり、その反対のデメリットは燃焼状態の悪化である。したがって、定常状態では、ポンピングロス低下分のトルク利得（トルク増加）と燃焼状態の悪化分のトルク損失（トルク減少）との2つの収支によりトルクが一定値に落ち着く。しかしながら、EGRの非作動状態から作動状態への切換時やその逆への切換時のように、切換直後の過渡状態では、ポンピングロス低下分のトルク増加と燃焼状態悪化分のトルク減少とが時間的にずれて発生するためにトルクのオーバーシュートやアンダーシュートなどの一時的トルク変化が起こると考えられる。これをEGRの非作動状態から作動状態への切換時についてモデル的に図31に示すと、ポンピングロス低下分のトルク増加は切換直後から発生するのに対して、燃焼状態悪化分のトルク減少は、EGR弁を出たEGRガスが実際にシリンダに到達したときから発生するので、この発生時刻のずれにより、切換直後のトルク増加が起こると考えられるのである。

【0011】そこで本発明は、EGRの非作動状態から作動状態への切換時など、EGR率の増加時であれば、その増加タイミングよりポンピングロス低下分の減量補正をスロットル弁指令値（スロットル弁開度やスロットル弁開口面積）に対して行うとともに、EGR率の増加がシリンダに到達したタイミングより燃焼状態悪化分の増量補正をスロットル弁指令値に対して行うことにより、EGR率の増加直後のトルクのオーバーシュートを抑制し、またEGRの作動状態から非作動状態への切換時など、EGR率の減少時にはその減少タイミングよりポンピングロス上昇分の増量補正をスロットル弁指令値

に対して行うとともに、EGR率の減少がシリンダに到達したタイミングより燃焼状態向上分の減量補正をスロットル弁指令値に対して行うことにより、EGR率の減少直後のトルクのアンダースhootを抑制することを目的とする。

【0012】なお、スロットル弁の動作に追従してEGR弁を制御する方式のものにおいて、スロットル弁開度が増加してから実際にEGR量が変化するまでに遅れがあり（EGR弁の機械的作動遅れやEGRガス導入の流体的遅れなど）、この遅れが加速時におけるNOxの低減に悪影響を与えるので、アクセル開度の時間変化割合に基づいて加減速量を算出し、この加減速量に基づいてEGRガスの吸気系への遅れ時間を推定し、この遅れ時間に応じてスロットル弁の開閉の遅延時間を算出し、この遅延時間でスロットル弁の駆動速度を遅延するものがある（特開平7-83086号公報参照）。しかしながら、このものは、過渡時に要求EGR量と実際のEGR量の変化を一致させようとするものに過ぎず、スロットル弁開度が一定の状態においてもEGR率が変化した直後に生じるトルク変化を抑制しようとする本願発明とは技術的思想が異なる。

【0013】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、図32に示すように、アクセルペダルと関係なくスロットル弁の開度を制御可能な装置41と、EGR弁の開度を制御可能な装置42と、アクセル開度に応じた吸入空気量が得られるように前記スロットル弁の開度を調整する手段43と、エンジンの運転条件に応じたEGR率が得られるように前記EGR弁の開度を調整する手段44と、前記EGR率が変化するときその変化時からポンピングロス変化分の補正を前記スロットル弁開度に対して行うとともに、このEGR率の変化がEGR弁よりシリンダへと遅れて到達したとき燃焼状態変化分の補正を前記スロットル弁開度に対して行う手段45とを設けた。

【0014】第2の発明は、図33に示すように、スロットル弁指令値（スロットル弁の目標開度や目標開口面積）に応じてアクセルペダルと関係なくスロットル弁の開度を制御可能な装置51と、EGR弁指令値（EGR弁の目標開度や目標開口面積）に応じてEGR弁の開度を制御可能な装置52と、アクセル開度に基づいて目標吸入空気量を演算する手段53と、エンジンの運転条件に応じた目標EGR率を演算する手段54と、これら目標吸入空気量と目標EGR率から目標EGR量を演算する手段55と、この目標EGR量に基づいて前記EGR弁指令値を演算する手段56と、前記目標吸入空気量に基づいて前記スロットル弁指令値を演算する手段57と、前記目標EGR率が変化するときその変化時からポンピングロス変化分の補正を前記スロットル弁指令値に対して行うとともに、この目標EGR率の変化がEGR弁よりシリンダへと遅れて到達したとき燃焼状態変化分

の補正を前記スロットル弁指令値に対して行う手段58とを設けた。

【0015】第3の発明は、図34に示すように、スロットル弁指令値に応じてアクセルペダルと関係なくスロットル弁の開度を制御可能な装置51と、EGR弁指令値に応じてEGR弁の開度を制御可能な装置52と、アクセル開度に基づいて目標吸入空気量を演算する手段53と、エンジンの運転条件に応じた目標EGR率を演算する手段54と、これら目標吸入空気量と目標EGR率から目標EGR量を演算する手段55と、この目標EGR量と前記目標吸入空気量を加算した値を総ガス量として演算する手段61と、この総ガス量に対応する総開口面積を演算する手段62と、この総開口面積に基づいてスロットル弁指令値とEGR弁指令値を演算する手段63、64と、前記目標EGR率が変化するときその変化時からポンピングロス変化分の補正を前記スロットル弁指令値に対して行うとともに、この目標EGR率の変化がEGR弁よりシリンダへと遅れて到達したとき燃焼状態変化分の補正を前記スロットル弁指令値に対して行う手段65とを設けた。

【0016】第4の発明では、第1の発明において前記EGR率が変化するときが、EGRの非作動状態から作動状態への切替時またはEGRの作動状態から非作動状態への切替時である。

【0017】第5の発明では、第2または第3の発明において前記目標EGR率が変化するときが、EGRの非作動状態から作動状態への切替時またはEGRの作動状態から非作動状態への切替時である。

【0018】第6の発明では、第4または第5の発明において前記ポンピングロス変化分の補正が、前記EGRの非作動状態から作動状態への切替タイミングまたは前記EGRの作動状態から非作動状態への切替タイミングでスロットル弁開度を一定量補正した後、ゆっくりとスロットル弁開度を戻していくことである。

【0019】第7の発明では、第5の発明において前記ポンピングロス変化分の補正を行う手段が、目標EGR量の新気換算値TTPEGAを演算する手段と、この目標EGR量新気換算値TTPEGAの遅れ値TTPEGADYを演算する手段と、前記目標EGR量新気換算値TTPEGAからこの目標EGR量新気換算値遅れ値TTPEGADYを差し引いた値を差分DEGACYとして演算する手段と、この差分DEGACYに比例定数mRGI EGPMを掛けた値に基づいて前記スロットル弁指令値を補正する手段とからなる。

【0020】第8の発明では、第7の発明において許容幅を有する不感帯を備え、前記差分DEGACYがこの不感帯内に収まったときポンピングロス変化分の補正を中止する。

【0021】第9の発明では、第5の発明において前記燃焼状態変化分の補正を行う手段が、目標EGR量の新

気換算値TTP EGAを演算する手段と、この目標EGR量新気換算値TTP EGAの遅れ値TTP EGADYを演算する手段と、前記目標EGR量新気換算値TTP EGAからこの目標EGR量新気換算値遅れ値TTP EGADYを差し引いた値を差分DEGACYとして演算する手段と、前記EGRの非作動状態から作動状態への切替時またはEGRの作動状態から非作動状態への切替時の前記差分DEGACYを保存する手段と、この切替による目標EGR率の変化がEGR弁よりシリンダへと遅れて到達したとき、前記保存した差分DEGACYに応じた値(EGR位相合わせゲインRTPEG)に基づいて前記スロットル弁指令値を補正する手段とからなる。

【0022】第10の発明では、第9の発明において前記スロットル弁指令値の補正量が、前記保存した差分DEGACYに応じた値を初期値として一次遅れで応答する値である。

【0023】第11の発明では、第7または第8の発明において前記比例定数mRGIEGPMを、前記目標EGR率が大きくなるほど大きくなるように設定する。

【0024】第12の発明では、第7または第8の発明において前記比例定数mRGIEGPMを、低負荷域でエンジン負荷が大きくなるほど大きくなるように設定する。

【0025】第13の発明では、第7または第8の発明において前記比例定数mRGIEGPMを、高負荷域でエンジン負荷が大きくなるほど小さくなるように設定する。

【0026】第14の発明では、第7または第8の発明において前記比例定数mRGIEGPMを、エンジン回転速度が高くなるほど小さくなるように設定する。

【0027】第15の発明では、第8の発明において前記不感帯の許容幅を、エンジン負荷が小さくなるほど大きくなるように設定する。

【0028】

【発明の効果】EGR率の増加直後の過渡状態でポンピングロス低下分のトルク増加と燃焼状態悪化分のトルク減少とが時間的にずれ、ポンピングロス低下分のトルク増加がEGR率増加直後から発生するのに対して、燃焼状態悪化分のトルク減少はEGR率増加がEGR弁よりシリンダに遅れて到達してから発生する現象を考慮し、第1、第2、第4、第5の発明によれば、EGR率増加直後から生じるポンピングロス低下に伴うトルク増加に対してはスロットル弁開度の減少補正やスロットル弁指令値の補正によるトルク減少で対応し、また、EGR率増加がEGR弁よりシリンダに遅れて到達してから生じる燃焼状態悪化に伴うトルク減少に対してはスロットル弁の増大補正やスロットル弁指令値の補正によるトルク増加で対応するようにしたので、特にEGRの非作動状態から作動状態への切替直後のトルクのオーバーシュ

ートを抑制してトルクを許容範囲内に納めることができる。

【0029】同様にして、第1、第2、第4、第5の発明によれば、EGR率減少直後から生じるポンピングロス増加に伴うトルク減少に対してはスロットル弁開度の増加補正やスロットル弁指令値の補正によるトルク増加で対応し、また、EGR率減少がEGR弁よりシリンダに遅れて到達してから生じる燃焼状態向上に伴うトルク増加に対してはスロットル弁開度の減少補正やスロットル弁指令値の補正によるトルク減少で対応するようにしたので、特にEGRの作動状態から非作動状態への切替直後のトルクのアンダーシュートを抑制してトルクを許容範囲内に納めることができる。

【0030】第3の発明によれば、目標吸入空気量と目標EGR率の得られる総開口面積をまず求め、これをスロットル弁の目標開口面積とEGR弁の目標開口面積に分配するので、エンジントルクや空燃比から要求される新気量とNOx低減のために要求されるEGR率をとともに精度よく実現でき、これによって車両の運転性とNOx低減の双方を満足できる。

【0031】たとえば、EGRの非作動状態から作動状態への切替によってポンピングロスが低下し、そのポンピングロス低下分に対応してトルクが増加するので、このトルク増加を抑制するにはスロットル弁開口面積（あるいはスロットル弁開度）を減量補正することにより空気絞りを行えばよいのであるが、スロットル弁開口面積変化に対する吸気管圧力の追従速度が速いと、スロットル弁開口面積を一気に減量する補正を行ったとき、トルクがかえって許容範囲を外れて低下してしまうとがある。これに対して第6、第7の発明によれば、EGRの非作動状態から作動状態への切替タイミングでスロットル弁開口面積を一定量減らした後はゆっくりとスロットル弁開口面積を戻していくので、スロットル弁開口面積変化に対する吸気管圧力の追従速度が速い場合においても、EGRの非作動状態から作動状態への切替時に許容範囲を外れてトルクが低下してしまうことを防止できる。

【0032】第8の発明によれば、ポンピングロス変化分の補正期間を長引かせないようにすることができる。

【0033】第9、第10の発明によれば、燃焼状態変化分の補正を精度よく行うことができる。

【0034】第11の発明によれば、目標EGR率の大小に関係なくポンピングロス変化分のEGR補正を精度よく行うことができる。

【0035】第12の発明によれば、低負荷域でエンジン負荷の大小に関係なくポンピングロス変化分のEGR補正を精度よく行うことができる。

【0036】第13の発明によれば、高負荷域では運転性に影響を与えない範囲で無用なスロットル弁操作を省略できる。

【0037】第14の発明によれば、高回転速度になるほど運転性に影響を与えない範囲で無用なスロットル弁操作を省略できる。

【0038】第15の発明によれば、低負荷であるほどコレクタからシリンダまでの充填遅れによりトルクが収束するまでの時間が長くなることに対応できる。

【0039】

【発明の実施の形態】図1において、1はエンジン本体、2は吸気管、3は排気管、4は燃焼室5に直接に臨んで設けられた燃料噴射弁、6は点火栓、7はスロットル弁、8はこのスロットル弁7の開度を電子制御するスロットル弁制御装置である。

【0040】排気管3からの排気の一部を取り出して吸気管2に還流するため、排気管3とスロットル弁7の下流の吸気管2を連通するEGR通路31が設けられ、このEGR通路31にステップモータ（EGR弁制御装置）34により駆動されるEGR弁33が設けられる。

【0041】アクセルセンサ22からのアクセル開度（アクセルペダルの踏み込み量のこと）、クランク角センサ23からの単位クランク角毎のポジション信号および基準位置信号からの各信号が、エアフローメータ24からの吸入空気流量、水温センサ25からの冷却水温の各信号とともにコントロールユニット21に入力され、コントロールユニット21では、エンジンの運転条件に応じた目標エンジントルクと、リーン空燃比や理論空燃比といった目標空燃比が得られるように、スロットル弁開度と燃料噴射弁からの燃料量を同時に制御しつつ、リーン空燃比域では常時、また理論空燃比域では一部の領域でNO_xを抑制するため、ステップモータ34を介してEGR弁33の開度を制御する。

【0042】この場合に、スロットル弁7の開口面積とEGR弁33の開口面積を独立に計算するのでは、スロットル弁7の開口面積の変化で新気（エアクリーナを介して吸入される空気のこと。EGRガスは含まない。）の流量が変化するとき、各シリンダ内に吸入される新気の流量とEGRガスの流量との位相が合わなくなる。NO_x低減のため、エンジンの運転条件に応じた目標EGR率が予め定められているが、新気の流量とEGRガスの流量との位相が合わなくなると、実際のEGR率が目標値より大きくずれることになり、過渡時にNO_xが増大したり、エンジンの燃焼安定性を大きく損なうことになる。

【0043】これに対処するためコントロールユニット21では、アクセル操作量とエンジン回転速度に基づく目標吸入空気量とエンジンの運転条件に応じた目標EGR率に基づいて目標EGR量を演算し、この目標EGR量と目標吸入空気量に基づいてエンジンに供給される総ガス流量を演算し、この総ガス流量に応じた総開口面積を演算し、この総開口面積をスロットル弁の目標開口面積とEGR弁の目標開口面積に分配する（詳しくは特願

平10-308371号参照）。

【0044】また、特にEGRの非作動状態から作動状態への切替時やその逆への切替時など、EGR率が大きく変化する直後に一時的なトルク変化が発生するので、コントロールユニット21では、EGR率の変化時にポンピングロス変化分の補正を、その変化タイミングより前記スロットル弁目標開口面積に対して行うとともに、EGR率の変化がシリンダ（燃焼室5）に到達したかどうか（EGRの非作動状態から作動状態への切替時であればEGR弁を出たEGRガスが実際にシリンダに到達したかどうか）を判定し、EGR率の変化がシリンダに到達したとき（EGRガスが実際にシリンダに到達したとき）、燃焼状態変化分の補正を前記スロットル弁目標開口面積に対して行う。

【0045】図2はコントロールユニット21で実行されるこれらの制御内容をブロック図で表したものである。図2において一点鎖線で囲った部分がEGR率の変化時にスロットル弁開口面積に対してEGR補正を行う部分、それ以外の部分が先願装置（特願平10-308371号）および特願平11-182298号公報と同様の部分である。

【0046】また、図2において一点鎖線で囲った部分のうちの「EGR補正率演算」のブロックの詳細を図3に示す。図2の「EGR補正率演算」のブロックは、図3のように、「シリンダ内EGRディレイ処理」、「ゲイン不感帯判定」、「EGRシリンダ到達判定」、「EGR位相合わせゲイン演算」、「ゲインなまし処理」、「EGR補正ゲイン演算」の各部からなっている。

【0047】これら図2、図3に示したところを以下で詳述するが、その前に、EGRの非作動状態から作動状態への切替時の場合で、その制御の概略を図4の波形図を参照しつつ説明する。

【0048】EGR弁33が全閉状態から開かれると、EGR弁33を出たEGRガスはEGR弁33よりコレクタへ流れ込み、ここから吸気マニフォールドを経てシリンダへと到達する。そして、EGRガスがシリンダに到達したタイミングでEGRガスの分だけ燃焼状態が悪化してトルクが低下する。そこで、図3の「シリンダ内EGRディレイ処理」部で実際にシリンダに到達するEGR量を近似的に予測し、この予測値としてのTTPE GADY（図4第2段目破線参照）が目標値としてのTTPE GA（図4第2段目実線参照）に達したかどうかを図3の「EGRシリンダ到達判定」部により判定し、その到達タイミングより、図3の「EGR位相合わせゲイン演算」部と「ゲインなまし処理」部とが燃焼状態の悪化分のトルク補正（スロットル弁開口面積を増加する補正）を行う。

【0049】実際には、予測値としてのTTPE GADYが目標値としてのTTPE GAに達するのを待つことなく補正を開始する。すなわち、目標値を中心として許

容幅の不感帯を定めており、予測値としてのTTPEGADYがこの不感帯内に収まったかどうかを図3の「ゲイン不感帯判定」部が判定し、予測値としてのTTPEGADYがこの不感帯内に収まったタイミングで補正を開始する。

【0050】この場合、燃焼状態悪化分のトルク補正率としてのRTPEGOF2（図4第9段目参照）は、次のように与える。EGR弁が開いたタイミングで、目標値としてのTTPEGAと予測値としてのTTPEGADYの差分DEGACYに応じた値であるRTPEG（図4第8段目参照）を演算してこれを保存しておき、TTPEGADYが不感帯内に収まったタイミングでこのRTPEGを初期値として与え、その後はこのRTPEGより一次遅れで減衰する値とする。

【0051】また、EGR弁33が開かれたタイミングよりポンピングロスが低下し、トルク増加が生じるので、図3の「EGR補正ゲイン演算」部では、予測値としてのTTPEGADYが不感帯内に収まる直前までの区間（図4第3段目に示す補正期間）で、ポンピングロス低下分のトルク補正（スロットル弁開口面積を減量する補正）を行う。

【0052】この場合、ポンピングロス低下分のトルク補正率としてのRTPEGOF1（図4第7段目参照）は、補正期間中ずっと、目標値としてのTTPEGAと予測値としてのTTPEGADYの差分DEGACYに比例した値に基づいて与える。

【0053】上記の図2、図3に示した内容を、以下のフローチャートにしたがって説明する。

【0054】まず図6はスロットル弁7、EGR弁33の各目標開度を演算するためのメインルーチン、図7、図11、図13、図15は図6のサブルーチンで、先願装置（特願平10-308371号）と同様の部分である。メインルーチンは一定時間毎（たとえば10ms毎）に実行する。説明はメインルーチンに沿って行い、途中のステップがサブルーチンで構成されている場合には、サブルーチンに飛んで説明する。

【0055】図6においてステップ1ではアクセル開度VAPOとエンジン回転速度NEに基づいて目標吸入空気量TTPを演算する。この目標吸入空気量の演算方法には各種のものがあ、ここでは特開平11-182298号公報に記載されているところを図7により説明する。

【0056】図7において、ステップ11ではアクセル開度VAPOとエンジン回転速度NEを読み込み、アクセル開度VAPOからステップ12において図8を内容とするテーブルを検索することにより、スロットル弁のアクセル要求開口面積AAPOを演算する。このアクセル要求開口面積AAPOにステップ13において補助空気の要求開口面積AQSSCを加算した値をスロットル弁の総要求開口面積TTAAPOとする。

【0057】上記の補助空気の要求開口面積AQSSCはアイドル時にエアコン用コンプレッサが作動したときなどにアイドル回転速度を所定値アップするために必要となるものである。

【0058】ステップ14ではこの総要求開口面積TTAAPOを排気量VOLとエンジン回転速度NEで割って単位排気量当たりかつエンジン1回転速度当たりの総要求開口面積TGADNVを求め、この値TGADNVからステップ15において図9を内容とするテーブルを検索することにより、目標基本体積流量比（理論空燃比での目標体積流量比のこと）TQHOSを演算する。なお、ステップ14で用いるエンジン回転速度NEには下限リミッタを設けて、分母が0にならないようにする。

【0059】ステップ16ではエンジン回転速度NEから図10を内容とするテーブルを検索することによりそのときの回転速度での最大吸入空気量MAXTPを演算し、この最大吸入空気量MAXTPをステップ17において上記の目標基本体積流量比TQHOSに乗じることにより、理論空燃比での目標吸入空気量である目標基本吸入空気量TTPSTを求める。

【0060】次に、ステップ18では目標基本吸入空気量TTPSTを目標当量比DMLで除することで、目標吸入空気量（目標空燃比に対する吸入空気量のこと）TTPを求める。目標当量比DMLは基本的にエンジン回転速度と負荷から定まるのであるが、このときの目標当量比は目標基本吸入空気量を得たときの回転速度に対する値である。

【0061】目標当量比DMLと目標空燃比との間には、 $DML = \text{理論空燃比} / \text{目標空燃比}$ なる関係があり、DMLは理論空燃比での運転時に1.0となり、空燃比が4.0を超える成層燃焼時や均質燃焼かつ空燃比が2.0～2.3といった値の希薄燃焼時になると、1.0より小さな値となる。つまり、成層燃焼時や均質希薄燃焼時には理論空燃比での運転時より吸入空気量が増量される。

【0062】なお、正確には理論空燃比での燃焼効率と成層燃焼時や均質希薄燃焼時の燃焼効率の違いをも考慮して目標吸入空気量を定める必要があるが、ここでは簡単に目標当量比で除算しただけの構成としている。

【0063】このようにして目標吸入空気量TTPを演算したら図6に戻り、ステップ2では目標EGR量TTPEGを演算する。この演算については図11により説明する。図11においてステップ21ではエンジンの負荷と回転速度NEを読み込み、これらからステップ22において図12を内容とするマップを検索することにより、目標EGR率TGEGRを演算し、この目標EGR率TGEGRをステップ23において上記の目標吸入空気量TTPに乗算することにより目標EGR量TTPEGを算出する。

【0064】なお、図12はリーン空燃比の運転域での

一般的傾向を示しており、理論空燃比の運転域では、一部にEGRが非作動状態となる領域がある。

【0065】このようにして目標EGR量TTPEGRを演算したら図6に戻り、ステップ3ではスロットル弁7とEGR弁33の各目標開口面積を演算する。この演算については図13により説明する。

【0066】図13においてステップ31では、排気の物性値に基づいて目標EGR量TTPEGRを新気量に換算するための係数KQEGRを演算し、ステップ32においてこの新気換算係数KQEGRを目標EGR量TTPEGRに乗算した値を目標EGR量の新気換算値TTPEGAとして演算する。

【0067】上記の新気換算係数KQEGRは、排気圧力と排気温度、吸気圧力と吸気温度等の関数として理論的にも演算できるが、これらの状態量はエンジンの運転条件によって決まる。したがって、ここでは簡単のため、エンジン負荷とエンジン回転速度から図14を内容とするマップを検索することにより求めればよい。なお、図14は実機データである。

【0068】図13のステップ33では上記の目標吸入空気量TTPとこのようにして求めた目標EGR量新気換算値TTPEGAとを合計した値を目標総ガス量TTPGAS(=TTP+TTPEGA)として算出し、続くステップ34でこの目標総ガス量TTPGASに基づいて目標総開口面積TAGASを演算する。

【0069】この目標総開口面積TAGASの演算については図15により説明する。図15においてステップ41でTTPGASをMAXTPで除して目標総体積流量比TGQHOを求め、この目標総体積流量比TGQHOから図16を内容とするテーブルを検索することにより、単位回転速度当たりかつ単位排気量当たりの目標開口面積TDADNVを演算し、これを用いて

【0070】

【数1】 $TAGAS = TDADNV \times NE \times VOL$
の式により目標総開口面積TAGASを算出する。

【0071】このようにして目標総開口面積TAGASを演算したら図13に戻り、ステップ35、36では上記の目標総ガス量TTPGASに対する目標吸入空気量TTP、目標EGR量新気換算値TTPEGAの各比率を演算し、このようにして求めた各比率と上記の目標総開口面積TAGASを用いて、

【0072】

【数2】 $TAAIR = TAGAS \times (TTP / TTPGAS) \times RTPEGOF$

ただし、RTPEGOF: EGR補正率指令値、
 $TAEGR = TAGAS \times (TTPEGA / TTPGAS)$
の式により、スロットル弁7の目標開口面積TAAIR、EGR弁33の目標開口面積TAEGRをそれぞれ算出する。

【0073】なお、数2式の上式のEGR補正率指令値RTPEGOFは本発明で新たに導入するもので、後で詳述する。

【0074】このようにして、スロットル弁7とEGR弁33の各目標開口面積の演算を終了したら、再び図6に戻り、ステップ4で各目標開口面積に応じてスロットル弁7の目標開度TDTVOとEGR弁33の目標ステップ数(目標開度相当)EGSTPを演算する。これは、たとえばスロットル弁7の場合には、部品毎のスロットルボディやスロットル弁の形状、寸法で決まる、図17に示した開口面積と開度の相関をテーブルにしておき、このテーブルを検索することにより求めることができる。また、ステップモータ式EGR弁33の場合には、やはり部品毎に決まる、図18に示した開口面積とステップ数の相関をテーブルにしておき、このテーブルを検索することにより目標ステップ数(目標開度相当)を求めればよい。

【0075】このようにして求めたスロットル弁目標開度の信号はスロットル弁制御装置8に出力され、これによってスロットル弁制御装置8は、スロットル弁7の実開度が目標開度と一致するようにスロットル弁7を駆動する。

【0076】また、EGR弁33の目標開度相当の信号は、EGR弁制御装置であるステップモータ34に出力され、これによってステップモータ34は、EGR弁33の実開度が目標開度相当と一致するようにEGR弁33を駆動する。

【0077】このように、先願装置(特願平10-308371号)によれば、目標吸入空気量TTPと目標EGR率TTPEGRの得られる総開口面積TAGASをまず求め、これをスロットル弁の目標開口面積とEGR弁の目標開口面積に分配するので、エンジントルクや空燃比から要求される新気量とNOx低減のために要求されるEGR率とをともに精度よく実現でき、これによって車両の運転性とNOx低減の双方を満足できる。

【0078】これで先願装置(特願平10-308371号)についての概説を終える。

【0079】次に、EGRの非作動状態から作動状態への切替時などEGR率の変化直後に生じる一時的トルク変化を抑制するためのスロットル弁開口面積(あるいはスロットル弁開度)の補正を説明する。

【0080】図19は補正を許可するかどうかを判定するためのもので、一定時間毎(たとえば10ms毎)に実行する。

【0081】図19においてステップ51ではリーン許可フラグFSTROと実リーンフラグFSTRRの一定のディレイ期間前の値(図ではFSTRR・Zⁿで表す)とをみる。ここで、リーン許可フラグFSTROはFSTRO=1のときリーン運転が許可されていることを、FSTRO=0のときリーン運転が許可されていない

い（つまり理論空燃比の運転である）ことを表す。実リーンフラグ $FSTRR$ は $FSTRR=1$ のとき実際にリーン運転が行われていることを、 $FSTRR=0$ のとき実際にリーン運転が行われていない（つまり理論空燃比の運転が行われている）ことを表す。

【0082】リーン許可フラグ $FSTRO=1$ または実リーンフラグの一定のディレイ期間前の値である $FSTRR \cdot Z^{-n}=1$ であるときは、補正を許可しないためステップ53に進み補正許可フラグ $=0$ とし、それ以外の場合に補正を許可するためステップ52で補正許可フラグ $=1$ とする。設定したフラグの値はRAMに保存する。

【0083】これは、理論空燃比での運転中にのみEGR率変化に伴うスロットル弁開口面積の補正を行うようにするものである。これは次の理由からである。現在のところ、リーン運転中は常にEGRを行い、理論空燃比での運転になると、EGRを行ったり行わなかったりしている。これより、理論空燃比での運転中はEGRの非作動状態から作動状態への切替時（あるいはこの逆への切替時）のEGR率の変化量が特に大きいものに対して、リーン運転中はEGR率の変化量が小さく、したがって、EGR率の変化直後に生じる一時的トルク変化が理論空燃比での運転中より小さい。そこで、EGR率変化に伴うスロットル弁開口面積の補正はEGR率の変化直後の一時的トルク変化の大きな理論空燃比での運転時に限るようにしたものである。また、実リーンフラグ $FSTRR$ の一定のディレイ期間前の値としたのは、リーン運転から理論空燃比での運転への切替直後は燃焼が不安定になるので、この切替直後の所定の期間は補正を行わないようにするためである。

【0084】なお、実施形態ではEGR率変化に伴うスロットル弁開口面積の補正を理論空燃比での運転時に限る場合で説明するが、これに限定されるものでない。リーン運転域でもEGR率の変化量が大きくなることがあれば、本願の適用される余地が出てくる。

【0085】図20は、スロットル弁開口面積の補正率であるEGR補正率指令値 $RTPEGOF$ を演算するためのメインルーチン、図23、図24は図20のサブルーチンで、メインルーチンは、図19のフローに続けて一定時間毎（たとえば10ms毎）に実行する。説明はメインルーチンに沿って行い、途中のステップがサブルーチンで構成されている場合には、サブルーチンに飛んで説明する。

【0086】ただし、ここでは簡単のため、EGRの非作動状態から作動状態への切替時を対象としてフローを構成している。

【0087】ここで、EGR補正率指令値 $RTPEGOF$ は1を中心とする正の値で、この値が1より大きいときスロットル弁開口面積が増量補正され、この逆にこの値が1より小さいときスロットル弁開口面積が減量補正

される。この値が1のときはスロットル弁開口面積は補正されない。

【0088】ステップ61ではRAMに保存されている補正許可フラグをみる。補正許可フラグ $=0$ のときは補正の必要がないため、ステップ62に進み、EGR補正率指令値 $RTPEGOF=1$ とした後、今回の処理を終了する。

【0089】補正許可フラグ $=1$ のときはステップ63に進み、目標EGR率 $TGEGR$ 、目標EGR量新気換算値 $TTPEGA$ 、この値の一定のディレイ期間前（たとえば $6R_{ef}$ 相当前）の値である $TTPEGAD6$ を読み込む。なお、 $TTPEGAD6$ はサイクル処理（ $TTPEGAD6=TTPEGA \cdot Z^{-n}$ ）により求めればよい（図21参照）。 R_{ef} はクランク角の基準位置信号のことである。

【0090】ステップ64、65では目標EGR率 $TGEGR$ とこの値の前回値である $TGEGRz$ の値と0を比較する。 $TGEGR \neq 0$ かつ $TGEGRz=0$ （つまりEGRの非作動状態から作動状態への切替タイミングである）のときは、ステップ66、67に進み、目標EGR量新気換算値 $TTPEGA$ を差分 $TTPEGADY$ に入れたあと、この差分 $DEGACY$ を用いて

【0091】

【数3】

$RTPEG=1+DEGACY \times mRFLDEGPM$

ただし、 $mRFLDEGPM$ ：比例定数（たとえば0.1）、

の式により、EGR位相合わせゲイン $RTPEG$ を演算する。

【0092】このEGR位相合わせゲイン $RTPEG$ は補正期間が終了するまで使わないので、ステップ68でメモリ（RAM）に保存する。

【0093】ここで、数3式右辺第2項は1より大きな値（スロットル弁開口面積の増量補正割合）である。これは、燃焼状態悪化分のトルク減少は、EGRの非作動状態から作動状態への切替時のEGRガスの変化量（切替時は $TTPEGA$ に等しい）が多くなるほど大きくなるのであるから、差分 $DEGACY (=TTPEGA)$ に比例してスロットル弁開度の増量補正率を求めるようにしたものである。

【0094】なお、EGRの作動状態から非作動状態への切替タイミングであれば、

【0095】

【数4】

$RTPEG=1-DEGACY \times mRFLDEGPM$

ただし、 $mRFLDEGPM$ ：定数、

の式によりEGR位相合わせゲイン $RTPEG$ を1より小さい値で演算することになる。

【0096】次回以降は、 $TGEGR \neq 0$ かつ $TGEGRz \neq 0$ （つまりEGRの作動状態である）ので、ステ

ップ65よりステップ69、70に進む。したがって、EGR位相合わせゲインRTPEGは、EGRの作動状態から非作動状態への切換タイミングで一度算出されるだけである。

【0097】ステップ69では、TTPEGAD6を用いて、

【0098】

【数5】 $TTPEGADY = TTPEGAD6 \times \alpha + TTPEGADY_z \times (1 - \alpha)$

ただし、 α ：加重平均係数、

$TTPEGADY_z$ ：TTPEGADYの前回値、
の一次遅れ式により目標EGR量新気換算値遅れ値TTPEGADYを演算する。

【0099】図21に示した上記のサイクル処理とこの数5式の遅れ処理とは、EGR弁33を出たEGRガスがシリンダに到達するまでの遅れを考慮（詳細には図21のサイクル処理はEGR弁33からコレクタ位置までの到達遅れ、数5式の遅れ処理はコレクタからシリンダまでの応答遅れを考慮）したものである。EGRの非作動状態から作動状態への切換時に目標EGR量新気換算値TTPEGAが、図4第2段目実線のようにステップ的に大きくなるとき、目標EGR量新気換算値遅れ値TTPEGADYは、一定期間遅れた後に一次遅れで立ち上がり、やがて目標値に到達する波形となる（図4第2段目破線参照）。言い換えると、EGR弁33を全閉状態からステップ的に開いて一定量のEGRガスを導入したとき、シリンダに実際に流れ込むEGRガスの応答を近似的に求めたのがTTPEGADYである。

【0100】ステップ70では目標EGR量新気換算値TTPEGAからこの目標EGR量新気換算値遅れ値TTPEGADYを差し引いた値を差分DEGACYとして算出する。この結果、差分DEGACYは、TTPEGAのステップ増加に対して一定期間ステップ的に立ち上がった後に一次遅れで立ち下がる波形となる（図4第3段目参照）。

【0101】続くステップ71では補正フラグfEGACMをみる。この補正フラグfEGACMの設定については図22のフローにより説明する。

【0102】図22においてステップ91では差分DEGACYを読み込み、ステップ92においてこれと不感帯の上限mHYEGAD、不感帯の下限-mHYEGADを比較することにより、補正期間であるかどうかを判定する。ここで、不感帯は0を中心として所定の許容幅（±mHYEGAD）を設けたものである。DEGACY ≥ mHYEGADであるときまたはDEGACY ≤ -mHYEGADであるときは不感帯外である（つまり補正期間内にある）と判断し、ステップ93で補正フラグfEGACM=1とし、それ以外のときは不感帯に収まった（つまり補正期間を終了した）と判断し、ステップ94で補正フラグfEGACM=0とする。

【0103】この結果、補正フラグfEGACMは、目標EGR量新気換算値TTPEGAのステップ増加で差分DEGACYが生じたタイミングより差分DEGACYが不感帯に収まるまでの期間（補正期間）でfEGACM=1となる（図4第4段目参照）。不感帯上限mHYEGADを大きくすれば補正期間が短くなり、小さくすれば補正期間が長くなるので、不感帯が補正期間を定める値となる。不感帯を設けたのは、補正期間を長引かせないようにするためである。また、コレクタからシリンダまでの充填遅れを定める上記数5式の加重平均係数αには比較的大きな値を与えてゆっくりとした応答にしているが、応答がゆっくりなほど一次遅れによる近似誤差が出やすいので、この近似誤差との関係で不感帯を定める必要がある。

【0104】図20に戻り、補正フラグfEGACM=1のときはステップ72に進み、ポンピングロス変化分のEGR補正率RTPEGOF1を演算する。このEGR補正率RTPEGOF1の演算については図23のフローより説明する。

【0105】図23においてステップ101では差分DEGACYと目標総ガス量TTPGASを読み込み、このうちステップ102で差分DEGACYに比例してポンピングロス変化分のEGR補正量DEGPHを、つまり、

【0106】

【数6】 $DEGPH = DEGACY \times mRGIEGPM$
ただし、mRGIEGPM：比例定数、

の式によりポンピングロス変化分のEGR補正量DEGPHを算出し、このEGR補正量DEGPHと目標総ガス量TTPGASからステップ103、104で、

【0107】

【数7】 $RTPEGOF0 = (TTPGAS - DEGPH) / TTPGAS$

の式によりポンピングロス変化分のEGR補正率基本値RTPEGOF0を算出する（図4第7段目実線参照）。数6式の比例定数mRGIEGPMはマッチングする値である。この結果、ポンピングロス変化分のEGR補正率基本値RTPEGOF0はTTPEGAのステップ増加に対して一定期間ステップ的に立ち下がった後に一次遅れで立ち上がり、1に収束する値となる（図4第7段目実線参照）。

【0108】さらに述べると、EGRの非作動状態から作動状態への切換によってポンピングロスが低下し、そのポンピングロス低下分に対応してトルクが増加するので、このトルク増加を抑制するにはスロットル弁開口面積を減量補正することにより空気絞りを行えばよい。しかしながら、スロットル弁開口面積変化に対する吸気管圧力の追従速度が速いと、スロットル弁開口面積を一気に減量する補正を行ったとき、トルクがかえって許容範囲を外れて低下してしまうので、切換のタイミングでス

ロットル弁開口面積を一定量減らした後はゆっくりとスロットル弁開口面積を戻していくことが考えられる。この場合、空気の応答はEGRガスの応答と同様なので、切換タイミングで減らすスロットル弁開口面積の減量量（空気絞り量）を比例定数 $mRGI EGPM$ で設定し、その後はEGRガスの応答に合わせてスロットル弁開口面積を戻していく。

【0109】ステップ105では補正フラグ $fEGACM$ と1を比較し、 $fEGACM=1$ のとき（補正期間内のとき）、EGR補正率基本値 $RTPEGOF0$ をポンピングロス変化分のEGR補正率 $RTPEGOF1$ に移す。 $fEGACM=0$ のとき（補正期間外のとき）は、ポンピングロス変化分のEGR補正を終了するため、ステップ107で $RTPEGOF1=1$ とする。この結果、ポンピングロス変化分のEGR補正率 $RTPEGOF1$ は $TTPEGA$ のステップ増加に対して一定期間ステップ的に立ち下がった後に一次遅れで立ち上がり、補正期間が終了するタイミングで1となる（図4第7段目破線参照）。

【0110】このようにしてポンピングロス変化分のEGR補正率 $RTPEGOF1$ の演算を終了したら図20に戻り、ステップ73でこのポンピングロス変化分のEGR補正率 $RTPEGOF1$ をEGR補正率指令値 $RTPEGOF$ に移す。

【0111】一方、補正フラグ $fEGACM=0$ のとき（補正期間を外れたとき）は、ステップ71よりステップ74に進み、燃焼状態変化分のEGR補正率 $RTPEGOF2$ を演算する。この燃焼状態変化分のEGR補正率 $RTPEGOF2$ の演算については図24のフローにより説明する。

【0112】図24においてステップ111でEGRシリンダ到達判定フラグ $fEGCYLON$ をみる。このEGRシリンダ到達フラグ $fEGCYLON$ の設定については図25のフローにより説明する。図25においてステップ121では補正フラグ $fEGACM$ とこのフラグの前回値である $fEGACMz$ と0、1を比較する。補正フラグ $fEGACM=0$ かつ $fEGACMz=1$ のときは、ステップ122でEGRシリンダ到達フラグ $fEGCYLON=1$ とし、それ以外のときはステップ123でEGRシリンダ到達フラグ $fEGCYLON=0$ とする。この結果、EGRシリンダ到達フラグ $fEGCYLON$ は、補正期間の終了のタイミングでだけ1となる（図4第5段目参照）。

【0113】これは、EGRの非作動状態から作動状態への切換時に、EGRにより燃焼状態が悪化し、その燃焼状態悪化分のトルク減少は、EGR弁を出たEGRガスが実際にシリンダに到達してから（つまり一定期間の後に）発生するので、EGRガスが実際にシリンダに到達したかどうかをEGRシリンダ到達判定フラグ $fEGCYLON$ により判定するものである。言い換えると、

EGR弁を出たEGRガスが、補正期間の終了タイミングでシリンダに到達したとみなすものである。

【0114】図24に戻り、EGRシリンダ到達フラグ $fEGCYLON=1$ のとき（補正期間の終了タイミングのとき）は、メモリに保存してあるEGR位相合わせゲイン $RTPEG$ をステップ112で燃焼状態変化分のEGR補正率 $RTPEGOF2$ とする。

【0115】次回からは $fEGCYLON=0$ となるので、ステップ111よりステップ113に進み、EGR位相合わせゲイン $RTPEG$ を用いて、

【0116】

【数8】 $RTPEGOF3 = RTPEG \times \alpha + RTPEGOF3z \times (1 - \alpha)$

ただし、 α ：加重平均係数、

$RTPEGOF3z$ ： $RTPEGOF3$ の前回値、

の式によりEGR位相合わせゲイン遅れ値 $RTPEGOF3$ を演算したあと、この $RTPEGOF3$ をステップ114で燃焼状態変化分のEGR補正率 $RTPEGOF2$ とする。この結果、燃焼状態変化分のEGR補正率 $RTPEGOF2$ は、 $TTPEGA$ のステップ増加に対して、EGRガスがシリンダに到達するまで待つてEGR位相合わせゲイン $RTPEG$ の分だけステップ的に立ち上がり、その後は一次遅れで立ち下がる（図4第8段目参照）。

【0117】このようにして燃焼状態変化分のEGR補正率 $RTPEGOF2$ の演算を終了したら図20に戻り、ステップ75でこの燃焼状態変化分のEGR補正率 $RTPEGOF2$ をEGR補正率指令値 $RTPEGOF$ に移す。EGR補正率指令値 $RTPEGOF$ はポンピングロス変化分と燃焼状態変化分の各EGR補正率 $RTPEGOF1$ 、 $RTPEGOF2$ を重ね合わせたものである（図4最下段目参照）。

【0118】このようにして演算されるEGR補正率指令値 $RTPEGOF$ によりスロットル弁の目標開口面積が補正される（上記の数2式の上式参照）。

【0119】ここで、本実施形態の作用を図5を参照しながら説明すると、同図はEGRの非作動状態から作動状態への切換時を示す。この場合に、作動状態への切換直後の過渡状態でEGRによるポンピングロス低下分のトルク増加と燃焼状態悪化分のトルク減少とが時間的にずれ、ポンピングロス低下分のトルク増加が切換直後から発生するのに対して、燃焼状態悪化分のトルク減少はEGR弁を出たEGRガスが実際にシリンダに到達してから発生する現象を考慮し、本実施形態によれば、切換直後から生じるポンピングロス低下に伴うトルク増加に対してはスロットル弁開口面積の減少によるトルク減少で対応し、また、EGR弁を出たEGRガスが実際にシリンダに到達してから生じる燃焼状態悪化に伴うトルク減少に対しては、スロットル弁開口面積の増大によるトルク増加で対応するようにしたので、EGRの非作動状

態から作動状態への切換直後のトルク増加を許容範囲内に納めることができた(図5最下段の実線参照)。

【0120】また、EGRの非作動状態から作動状態への切換によってポンピングロスが低下し、そのポンピングロス低下分に対応してトルクが増加するので、このトルク増加を抑制するにはスロットル弁開口面積を減量補正することにより空気絞りを行えばよいのであるが、スロットル弁開口面積変化に対する吸気管圧力の追従速度が速いと、スロットル弁開口面積を一気に減量する補正を行ったとき、トルクがかえって許容範囲を外れて低下してしまうことがある。これに対して本実施形態によれば、切換タイミングでスロットル弁開口面積を一定量減らした後はゆっくりとスロットル弁開口面積を戻していくので、スロットル弁開口面積変化に対する吸気管圧力の追従速度が速い場合においても、EGRの非作動状態から作動状態への切換時に許容範囲を外れてトルクが低下してしまうことを防止できる。

【0121】また、EGRの非作動状態から作動状態への切換時にポンピングロス変化分の補正を、目標EGR量新気換算値遅れ値 $TTPEGADY$ が目標値としての $TTPEGA$ に収束するまで(差分 $DEGACY$ がゼロになるまで)行うのではなく、差分 $DEGACY$ が不感帯内に収まったタイミングでポンピングロス変化分の補正を中止するので、ポンピングロス変化分の補正期間を長引かせないようにすることができる。

【0122】また、EGRの非作動状態から作動状態への切換タイミングでの差分 $DEGACY$ を保存しておき、この保存した差分 $DEGACY$ に応じた値(EGR位相合わせゲイン $RTPEG$)に基づいて燃焼状態変化分の補正を行うので、燃焼状態変化分の補正を精度よく行うことができる。

【0123】実施形態では、EGR補正量 $DEGPH$ を定める比例定数 $mRIGEGPM$ が一定値である場合で説明したが、これに限られるものでない。たとえば、次のように可変値で設定することが考えられる。

【0124】〈1〉図26のように目標EGR率が大きくなるほど比例定数 $mRIGEGPM$ が大きくなるように設定する。これは、目標EGR率が大きいときほど、ポンピングロス変化分が大きくなるので、これに対応してEGR補正量 $DEGPH$ を大きくする必要があるからである。これによって、目標EGR率の大小に関係なくポンピングロス変化分のEGR補正率 $RTPEGOF1$ を精度よく与えることができる。

【0125】〈2〉図27のように低負荷域ではエンジン負荷に応じて比例定数 $mRIGEGPM$ が大きくなるように、また高負荷域ではエンジン負荷が大きくなるほど比例定数 $mRIGEGPM$ が小さくなるように設定する。低負荷域でエンジン負荷に応じて比例定数 $mRIGEGPM$ が大きくなるようにするのは、エンジン負荷が大きくなるときほど、ポンピングロス変化分が大きくな

るので、これに対応してEGR補正量 $DEGPH$ を大きくする必要があるからである。これによって、低負荷域ではエンジン負荷の大小に関係なくポンピングロス変化分のEGR補正率 $RTPEGOF1$ を精度よく与えることができる。

【0126】また、高負荷域ではエンジン負荷が大きくなるほど比例定数 $mRIGEGPM$ が小さくなるようにするのは、高負荷域では負荷が高くなるほど少々のトルク変化が生じても運転性に影響を与えなくなるので、EGR補正量 $DEGPH$ を小さくすることができるからである。これによって、高負荷域では運転性に影響を与えない範囲で無用なスロットル弁操作を省略できる。

【0127】〈3〉図28のようにエンジン回転速度 NE が高くなるほど比例定数 $mRIGEGPM$ が小さくなるように設定する。これは、高回転速度になるほど少々のトルク変化が生じても運転性に影響しなくなるので、EGR補正量 $DEGPH$ を小さくすることができるからである。これによって、高回転速度になるほど運転性に影響を与えない範囲で無用なスロットル弁操作を省略できる。

【0128】実施形態では、補正期間を定める不感帯上限 $mHYEGAD$ (不感帯下限は $-mHYEGAD$)が一定値である場合で説明したが、これに限られるものでない。たとえば、図29のように可変値で設定することが考えられる。これは、低負荷であるほどコレクタからシリンダまでの充填遅れによりトルクが収束するまでの時間が長くなるので、これに応じたものである。

【0129】実施形態では、EGRの非作動状態から作動状態への切換時で主に説明したが、EGRの作動状態において目標EGR率が増加する場合にも本発明を適用できることはいうまでもない。同様にしてEGRの作動状態から非作動状態への切換時やEGRの作動状態において目標EGR率が減少する場合にも本発明を適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態の制御システム図。

【図2】全体ブロック図。

【図3】図2の一部詳細図。

【図4】EGRの非作動状態から作動状態への切換時のモデル波形図。

【図5】本実施形態の作用を説明するための波形図。

【図6】目標スロットル弁開度と目標EGR弁開度の演算を説明するためのフローチャート。

【図7】目標吸入空気量の演算を説明するためのフローチャート。

【図8】アクセル開度とスロットル弁のアクセル要求開口面積との関係を表す特性図。

【図9】単位排気量当たりかつエンジン1回転速度当たりの総要求開口面積と目標基本体積流量比との関係を表す特性図。

【図10】回転速度と最大吸入空気量の関係を表す特性図。

【図11】目標EGR量の演算を説明するためのフローチャート。

【図12】目標EGR率の特性図。

【図13】スロットル弁、EGR弁の各目標開口面積の演算を説明するためのフローチャート。

【図14】新気量換算係数の特性図。

【図15】目標総開口面積の演算を説明するためのフローチャート。

【図16】目標総体積流量比と単位回転速度当たりかつ単位排気量当たりの目標開口面積との関係を表す特性図。

【図17】目標開口面積と目標スロットル弁開度の関係を表す特性図。

【図18】目標開口面積と目標EGR弁ステップ数の関係を表す特性図。

【図19】補正許可判定を説明するためのフローチャート。

【図20】EGR補正率指令値の演算を説明するためのフローチャート。

【図21】サイクル処理を説明するためのフローチャート。

【図22】補正フラグの設定を説明するためのフローチャート。

【図23】ポンピングロス変化分のEGR補正率の演算を説明するためのフローチャート。

【図24】燃焼状態変化分のEGR補正率の演算を説明するためのフローチャート。

【図25】EGRシリンダ到達判定フラグの設定を説明するためのフローチャート。

【図26】第2実施形態の比例定数の特性図。

【図27】第3実施形態の比例定数の特性図。

【図28】第4実施形態の比例定数の特性図。

【図29】第5実施形態の不感帯の特性図。

【図30】従来例の作用を説明するための波形図。

【図31】従来例の作用を説明するための波形図。

【図32】第1の発明のクレーム対応図。

【図33】第2の発明のクレーム対応図。

【図34】第3の発明のクレーム対応図。

【符号の説明】

7 スロットル弁

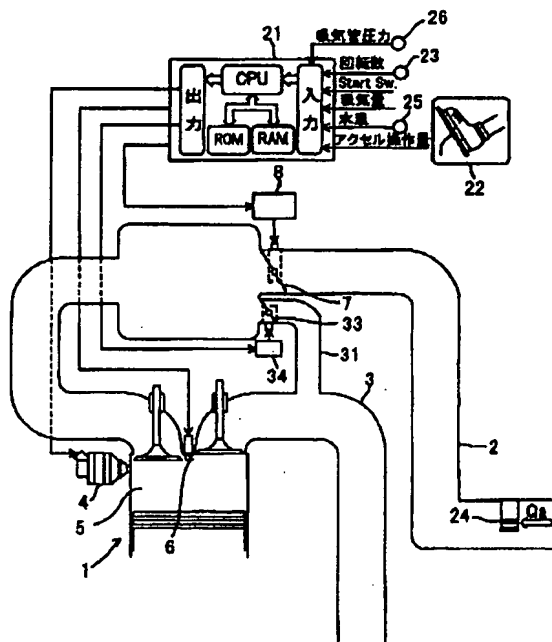
8 スロットル弁制御装置

21 コントロールユニット

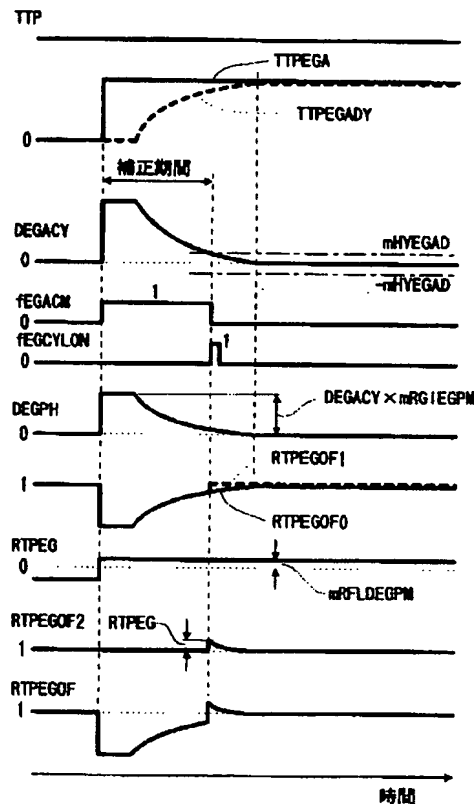
33 EGR弁

34 EGR弁制御装置

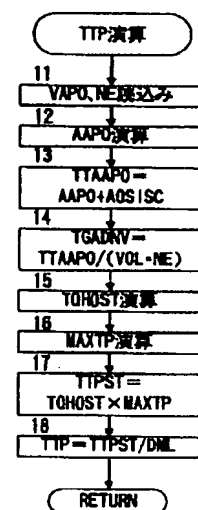
【図1】



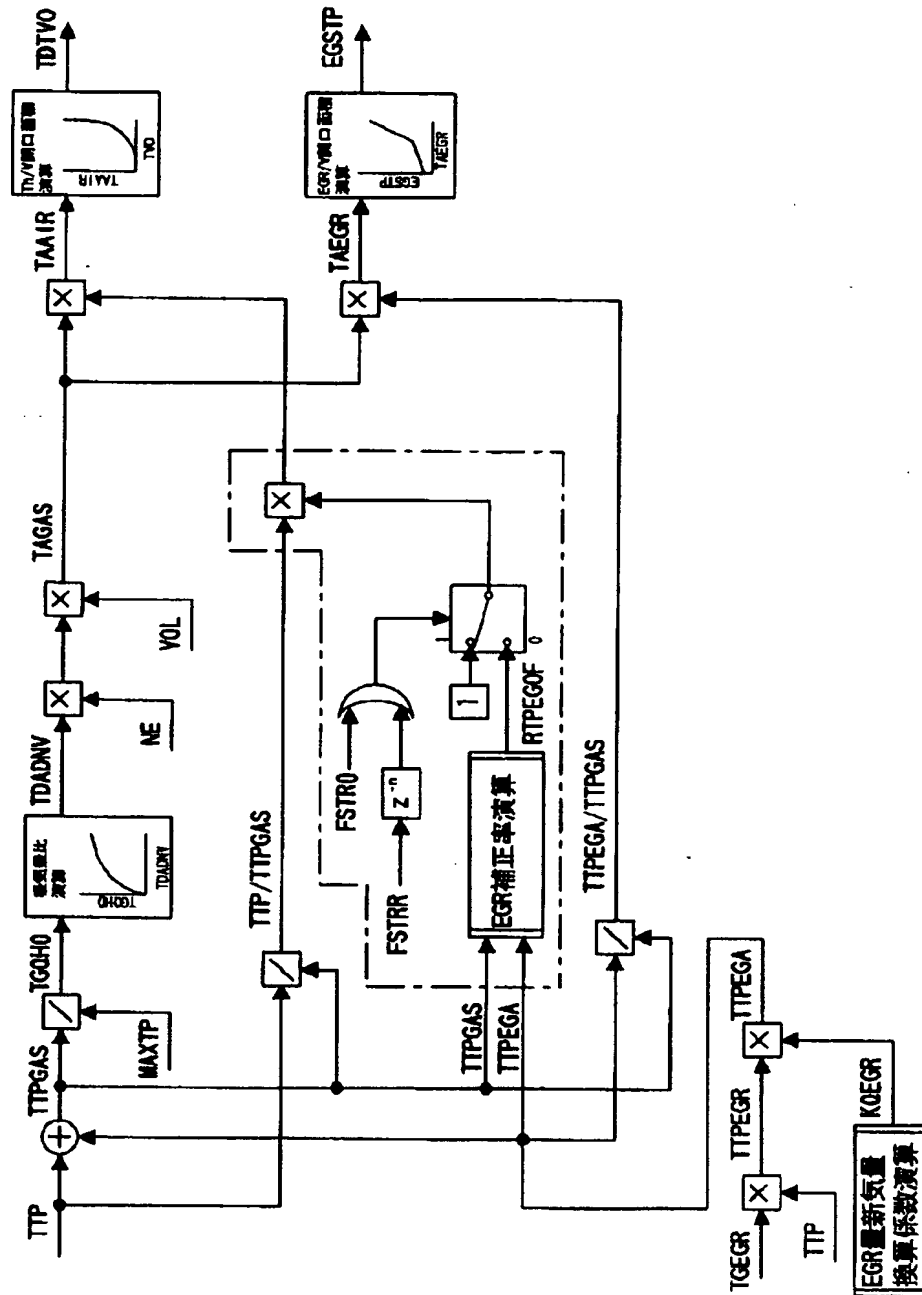
【図4】



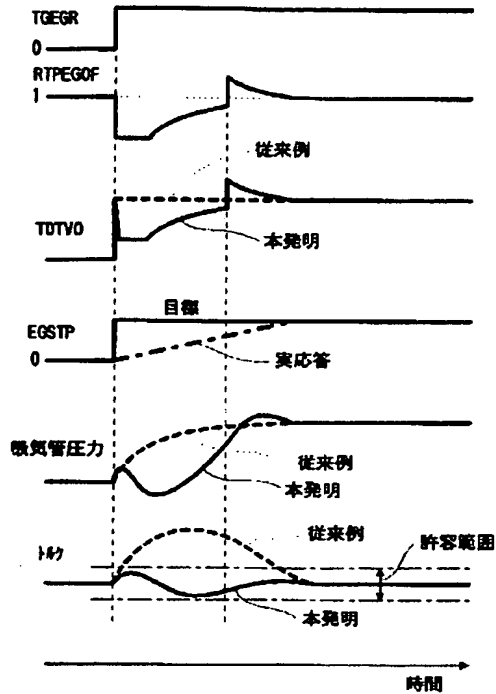
【図7】



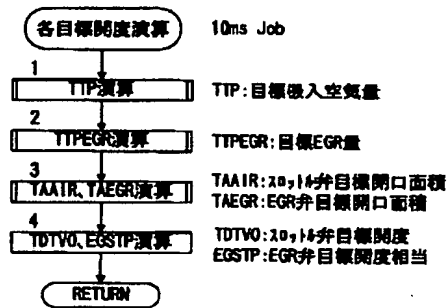
【図2】



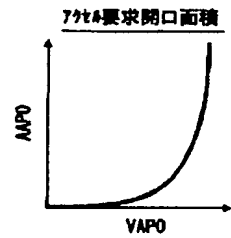
【図5】



【図6】

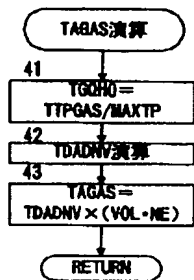
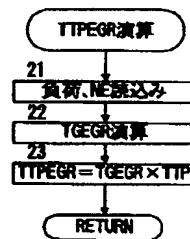


【図8】

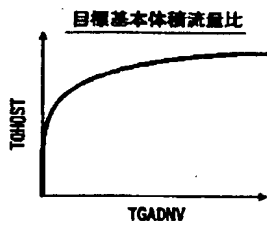


【図15】

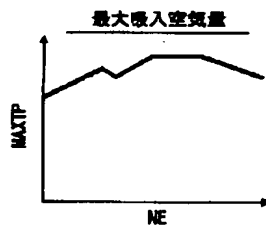
【図11】



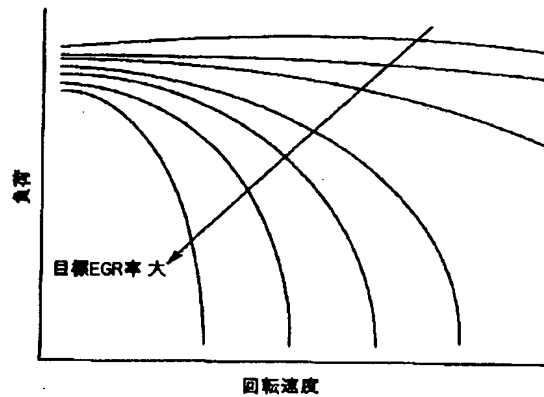
【図9】



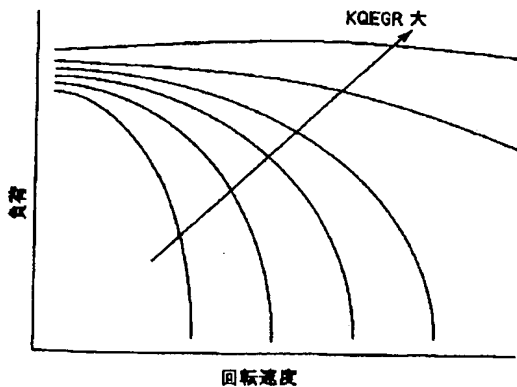
【図10】



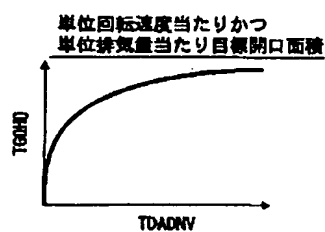
【図12】



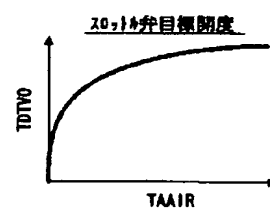
【図14】



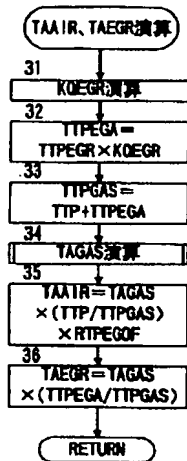
【図16】



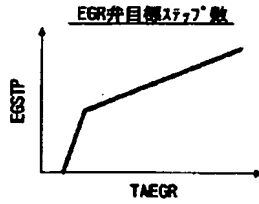
【図17】



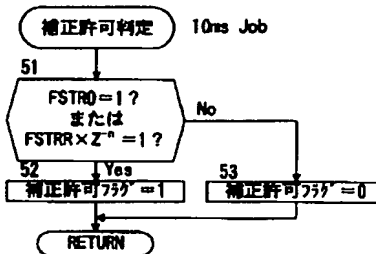
【図13】



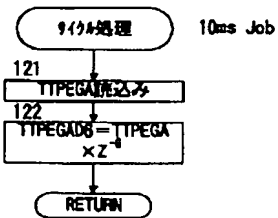
【図18】



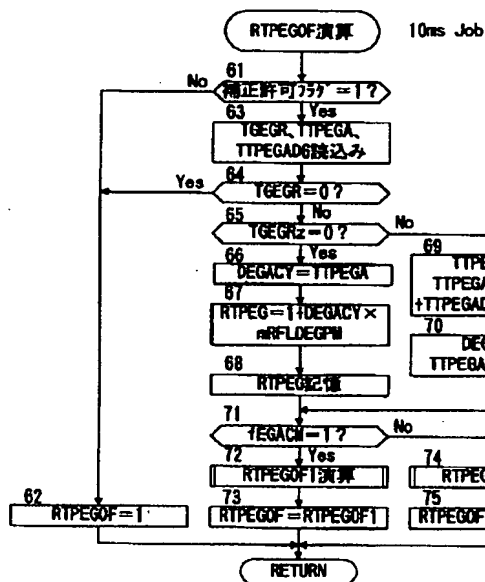
【図19】



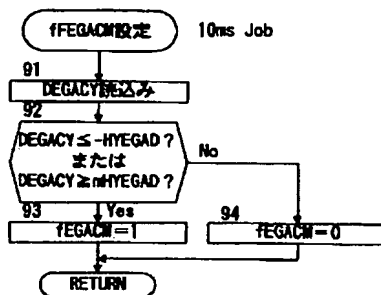
【図21】



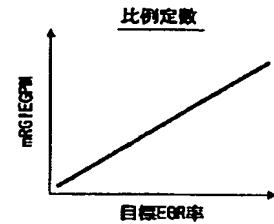
【図20】



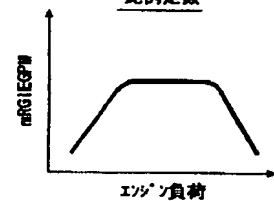
【図22】



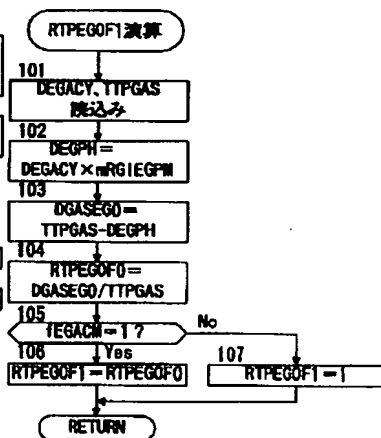
【図26】



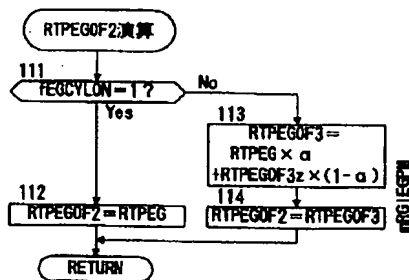
【図27】



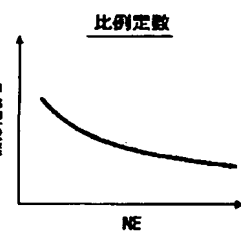
【図23】



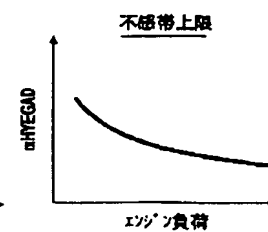
【図24】



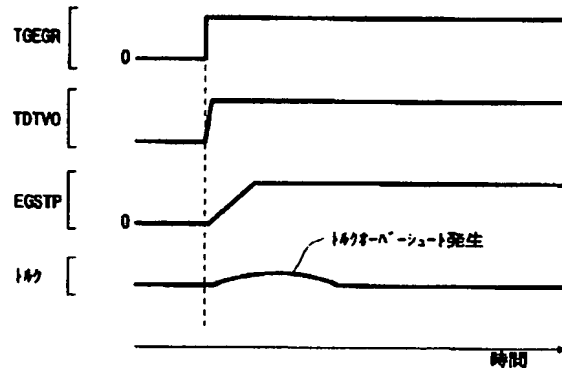
【図28】



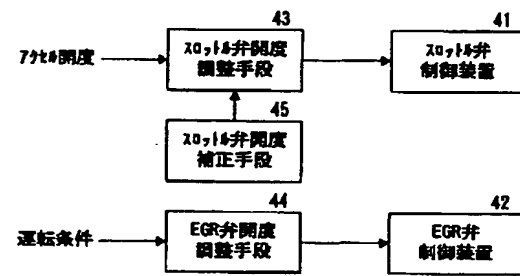
【図29】



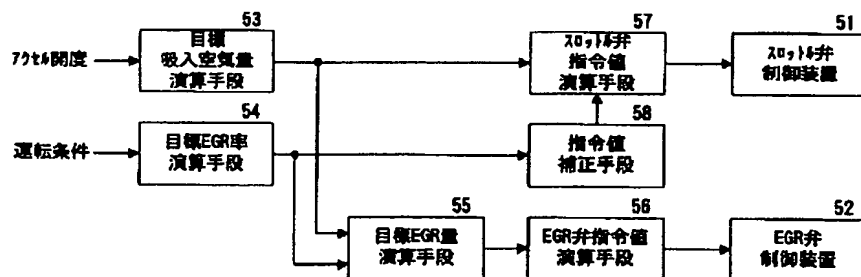
【图 30】



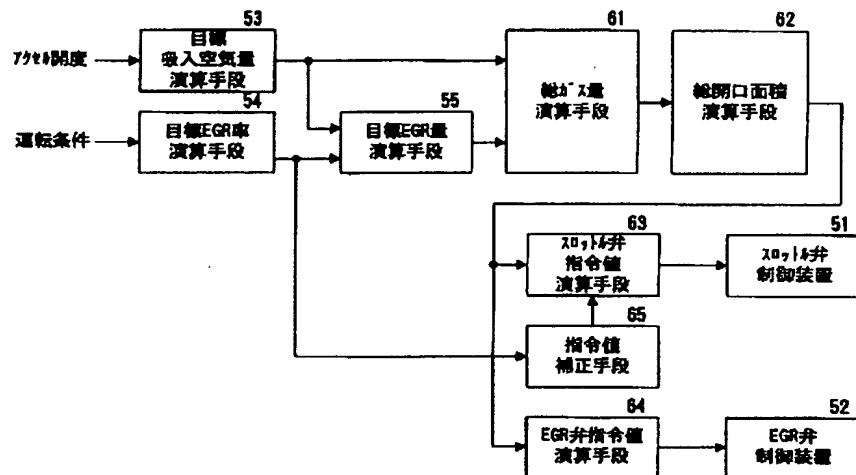
【图 3 2】



【图 3 3】



【図34】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G062 BA02 BA06 CA07 CA08 DA04
 DA08 DA09 EA10 FA05 FA06
 FA13 GA01 GA04 GA06 GA08
 GA21 GA27
 3G065 CA00 DA06 EA08 EA09 FA02
 FA06 FA07 FA09 GA05 GA09
 GA10 GA14 GA37 GA46 KA36
 3G301 HA13 JA07 KA08 KA09 LA03
 LC04 MA01 NA02 NA03 NA08
 NB06 NB11 NB18 NC02 NC08
 ND02 NE03 NE08 NE17 NE19
 NE21 NE25 PA01Z PA17Z
 PD15A PD15Z PE01Z PE03Z
 PE04Z PE08Z PF03Z PF13Z

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.